

VU Research Portal

Attentional modulation of neural populations distributed across the visual cortical hierarchy

Poort, J.

2012

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Poort, J. (2012). *Attentional modulation of neural populations distributed across the visual cortical hierarchy*. [PhD-Thesis – Research external, graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

CHAPTER 8

Samenvatting

Aandachtsmodulatie van neurale populaties verspreid over de visuele corticale hiërarchie

Selectieve aandacht is het proces dat ons in staat stelt selectief relevante informatie te verwerken. Deze thesis gaat over de vraag hoe aandacht de activiteit van hersencellen beïnvloedt terwijl die tegelijkertijd elementaire eigenschappen van de visuele stimulus representeren.

In **hoofdstuk 2** onderzochten we hoe betrouwbaar de beïnvloeding van de activiteit van hersencellen door aandacht is. We demonstreerden dat het belangrijk is naar meerdere hersencellen te kijken. Op basis van activiteit gemeten van één enkele elektrode kunnen we in ongeveer 70% van de gevallen bepalen of er wel of geen aandacht was voor het stimulus element in het receptief veld. Als we naar activiteit van 4 elektrodes kijken, kunnen we dit al in 90% van de gevallen bepalen. We bekeken ook de invloed van correlaties tussen verschillende elektrodes op de totale hoeveelheid informatie over waar de aandacht op gericht is. We vonden wijdverbreide positieve correlaties. Dit had tot gevolg dat wanneer we 2 elektroden combineerden met receptieve velden op hetzelfde object, de hoeveelheid informatie lager was dan wanneer er geen correlaties zouden zijn: het totaal was minder dan de som der delen. Aan de andere kant zorgden de correlaties er voor het algemeen voor dat er meer informatie beschikbaar was wanneer de receptieve velden op verschillende objecten lagen, dan wanneer er geen correlaties zouden zijn: het totaal was meer dan de som der delen. Over de gehele populatie middelden deze twee tegengestelde effecten uit zodat het totale effect van de correlaties op de hoeveelheid informatie neutraal was en aandacht betrouwbaar in groepen hersencellen gerepresenteerd werd.

In **hoofdstuk 3** bekeken we of de activiteit van hersencellen in V1 betrouwbaar weergaf of er aandacht was voor een stimulus element wanneer het contrast van de stimulus varieerde. De verhoogde activiteit als gevolg van aandacht zou wellicht verward kunnen worden met de verhoging van activiteit die het gevolg is van een toename in contrast. We vonden echter dat we de bijdrage van aandacht en contrast konden ontwarren. Sommige neuronen worden sterk beïnvloed door zowel contrast als aandacht, terwijl andere neuronen alleen door contrast en niet of nauwelijks door aandacht beïnvloed worden. Door middel van een eenvoudige multivariate

decoder konden we gebruik maken van deze heterogeniteit en konden we betrouwbaar het stimulus contrast bepalen en of er wel of geen aandacht voor een stimulus was .

In **hoofdstuk 4** verkenden we de rol van aandacht bij het onderscheiden van figuren in de voorgrond van de achtergrond in V1 en V4. We vonden dat in beide gebieden het verschil tussen een figuur en de achtergrond groter was als er aandacht was voor figuren. Aandacht was met name belangrijk voor het onderscheiden van het midden van een figuur van de achtergrond. Aandacht helpt dus bij het verfijnen van het onderscheid tussen figuur en achtergrond. Omdat we tegelijk in beide gebieden metingen verrichten, konden we bestuderen wanneer de verschillende effecten in beide gebieden begonnen. Zoals verwacht zagen we eerst in V1 en daarna in V4 de visuele informatie binnenkomen. Dit werd gevolgd door het ontstaan van een verschil in activiteit tussen de achtergrond en de rand van het figuur in V1 en het verschil tussen de achtergrond en het figuur in V4. Vervolgens ontstond er ook een verschil tussen de achtergrond en het midden van het figuur in V1. Tenslotte was er het effect van aandacht op de activiteit in V4 en daarna in V1 waardoor de activiteit in het midden van het figuur verhoogd werd tot hetzelfde niveau als de activiteit op de rand van het figuur wanneer het figuur relevant was.

In **hoofdstuk 5** richtten we ons op de vraag hoe twee gebieden aan weerszijden van de hiërarchie van het visuele systeem samenwerken tijdens de ‘curve tracing’ taak waarin relevante lijn segmenten gegroepeerd moeten worden. Aandachtsmodellen voorspellen over het algemeen dat frontale gebieden (zoals FEF) betrokken zijn bij het selectieproces op basis van de aanvoer van informatie door vroege visuele gebieden (bijvoorbeeld V1), en dat het resultaat van de selectie dan weer teruggekoppeld wordt naar de vroege gebieden. Toch vonden we dat de tijd waarop het effect van aandacht zichtbaar werd in V1 en FEF vergelijkbaar was. Dit suggereert dat V1 en FEF samenwerken en beide aan het selectieproces bijdragen. V1 bevat een weergave van de visuele wereld met een hoge resolutie en dit kan zeer nuttig zijn wanneer het selectieproces gestuurd wordt door stimulus eigenschappen.

In **hoofdstuk 6** bekeken we in meer detail de gelijktijdig opgenomen activiteit in V1, V4 en FEF. We vonden in alledrie de gebieden aandachtsmodulatie van niet alleen het aantal actiepotentialen maar ook van de LFP, en voornamelijk voor hoge frequenties. Daarnaast zagen we aanwijzingen voor koppeling tussen gebieden in de lage frequenties.

Waarom we zo veel hersencellen en hersengebieden hebben

Ons visueel systeem verbindt een groot aantal hersengebieden in een complexe hiërarchie. In elk gebied nemen vele neuronen deel in het verwerken van zelfs maar de kleinste stimulus, en net als de hersengebieden zijn ze nauw met elkaar verbonden.

Waarom hebben we zoveel neuronen? In het voorafgaande hebben we enkele van de voordelen besproken: een enkele neuron verschaft ruizige informatie, maar een kleine groep van neuronen geeft al informatie die bijna net zo betrouwbaar weergeeft als het hele organisme zelf wat wel en niet relevant is. Een ander voordeel dat we hebben laten zien is dat een kleine verzameling cellen het mogelijk maakt om stimulus eigenschappen uit te lezen die in de activiteit van een individuele neuron met elkaar gemixt zijn. We zouden aandachtsmodulatie met modulaties door stimulus contrast verwarren als we naar een enkele neuron zouden luisteren, terwijl we de twee kunnen scheiden door te luisteren naar wat de populatie te zeggen heeft.

Waarom hebben we zoveel gebieden? Neuronen in de verschillende gebieden hebben hun eigen specialiteiten, net als een warenhuis waar de ene winklassistent is gespecialiseerd in parfum, en waar de ander alles weet van ondergoed. V1 is handig als je met veel oog voor detail simpele vormen wil verwerken. V4 is weer goed in het verwerken van combinaties van simpele vormen voor een groter deel van de ruimte. Bijvoorbeeld bij het onderscheiden van figuren van de achtergrond weet V4 relatief snel waar in de ruimte dat interessante figuur zich bevindt, terwijl V1 weer goed kan bepalen waar het figuur precies begint en waar het eindigt. Door hun kwaliteiten te combineren kunnen ze samen de taak sneller oplossen. Of ze dit inderdaad doen, hangt van de situatie af: wanneer het figuur niet relevant is, is de neurale representatie verminderd. Ook in de curve tracing taak werken gebieden met verschillende specialismes samen. FEF is goed in het omzetten van visuele informatie in een plan om saccades te maken naar relevante objecten, V1 is goed in het verwerken van de dunne onderdeeljes van de curve die aangeven of de curve relevant is of niet.

De aandachtsmodulatie heeft op ongeveer hetzelfde moment invloed op beide gebieden, en dit suggereert dat beide gebieden door samen te werken het probleem oplossen.

De vele neuronen in de vele gebieden kunnen gezien worden als de knooppunten in een netwerk, waarvan de bijdrage aan de werking van het netwerk bepaalt wordt door hoe hun specialiteit relevant is voor het probleem dat opgelost moet worden. Aandacht beïnvloedt groepjes hersencellen, zodat hun bijdrage aan het netwerk selectief vergroot wordt. Op dezelfde manier kan aandacht ook de bijdrage van bepaalde hersengebieden vergroten.

Zo kan het netwerk zijn kostbare capaciteit besteden aan wat telt, en komt het sneller tot betere oplossingen.